



INDEX





SIMULATEUR D'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAIQUE



DL SOLAR-A face a



DL SOLAR-A face b

Système didactique pour l'étude théorique et pratique des installations d'énergie solaire photovoltaïque.

Il est monté sur une structure mobile qui lui permet d'être transféré vers le lieu des sessions pratiques, en permettant au panneau photovoltaïque de recevoir le rayonnement solaire.

Le panneau photovoltaïque, qui peut être incliné dans la fourchette d'angles de 0° à 90°, et la cellule calibrée permettant de mesurer le rayonnement solaire, se trouve sur un côté, et l'ensemble des composants de l'installation photovoltaïque de base utilisés pour fournir 12 V en courant continu et 230 V en courant alternatif se trouvent de l'autre côté.

IL COMPREND:

- 1 manuel descriptif et pratique.

DIMENSIONS DE LA BASE: 400 x 610 mm.

HAUTEUR AVEC LE PANNEAU A 45°: 900 mm.

SESSIONS PRATIQUES POUVANT ETRE EFFECTUEES:

- Identification de tous les composants du simulateur et comment ils sont associés à son fonctionnement.
- Mesure de la radiation solaire.
- Mesure des paramètres de tension et de puissance du panneau photovoltaïque.
- Programmation du régulateur de charge.
- Analyse de l'installation du simulateur.
- Alimentation en courant continu.
- Alimentation en courant alternatif.

LISTE DES COMPOSANTS:

- Panneau photovoltaïque 50 W, 12 V.
- Cellule pour la mesure de l'irradiation solaire.
- Régulateur électronique programmable de charge, avec un grand écran LCD.
- Inverseur semi sinusoïdal 150 Wp pour obtenir 230 V de courant alternatif.
- Une batterie 17 A/h.
- Lampes utilisées comme charges de 12 V et 230 V, 50 W.
- Instrument utilisé pour mesurer le rayonnement solaire en W/m2.
- Instrument utilisé pour mesurer le courant de charge.
- Deux commutateurs de protection magnétothermiques.



SIMULATEUR MODULAIRE D'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAIQUE



DL SOLAR-B

Simulateur modulaire pour l'étude théorique et pratique des installations électriques avec l'énergie solaire photovoltaïque.
Composé de:

- Un module photovoltaïque inclinable, 90W, 12V, avec une cellule pour mesurer le rayonnement solaire et un capteur de température.
- Un cadre de support pour les modules.
- Une batterie.
- Un module de contrôle batterie, 12V, 32A.
- Un module de charge. Il comprend deux lampes 12V, une dichroïque 20W et une LED 3W, avec interrupteurs indépendants.
- Un module de charge. Il comprend deux lampes avec la tension du réseau, une dichroïque 35W et une LED 3W, avec interrupteurs indépendants.
- Un module de régulation électronique, avec écran LCD.
- Un rhéostat.
- Un module de mesure de: l'irradiation solaire (W/m^2), la température (°C) du panneau solaire, le courant jusqu'à 30V, ±15A (deux ampèremètres à courant continu), la tension jusqu'à 40V et la puissance jusqu'à 300W.
- Un module convertisseur continu-alternatif, avec la sortie sinusoïdale à tension du réseau. Puissance moyenne: 300 W.

Le simulateur est complété avec câbles de connexion et manuel des expérimentes.
Le simulateur est **complété avec logiciel pour l'acquisition automatique des données**.



Option:
DL SIMSUN: module avec des lampes pour fournir un éclairage approprié pour le panneau solaire lorsqu'il est utilisé à l'intérieur.
Alternative:
DL SOLAR-BT - Simulateur avec système de suivi de la position solaire au lieu du panneau solaire standard.



SIMULATEUR D'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAIQUE



DL SOLAR-C

Simulateur pour l'étude théorique et pratique des applications de l'énergie solaire photovoltaïque dans une maison.

Composé de:

- Un panneau de simulation avec la représentation graphique d'une maison, complété de lampes, commutateurs, un moteur pour l'extraction de l'eau, etc.
- Six modules photovoltaïques avec bornes 2 mm pour expérimenter les configurations série, parallèle et mixtes et pour mesurer la tension et le courant en fonction de l'irradiation solaire.
- Une batterie pour l'expérimentation d'accumulation d'énergie.
- Un multimètre numérique pour effectuer les mesures.
- Un pont d'éclairage sur les modules photovoltaïques avec deux lampes dichroïques de 50 W et un régulateur électronique de lumière. Il est possible de changer l'inclinaison du pont entre 0 et 90° ainsi que l'intensité de la lumière afin de simuler l'effet de l'irradiation solaire dans les différentes heures de la journée.

Le simulateur est complet avec boîtier en ABS et manuel des expériences.

Dimensions du simulateur: 486 x 289 x 70 mm.
Dimensions du boitier: 520 x 370 x 120 mm.





SIMULATEUR MODULAIRE D'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAIQUE AVEC RACCORDEMENT AU RESEAU



DL SOLAR-D1

Système didactique pour l'étude de la production d'énergie électrique à partir de panneaux photovoltaïques et son raccordement au réseau électrique.
Composé de:

- Panneau photovoltaïque inclinable, 90W, 12V, avec une cellule de mesure de l'irradiation solaire et avec un capteur de température.
- Châssis de support pour les modules.
- Module de charge. Il comprend deux lampes à tension de réseau, une dichroïque 35W et une LED 3W, avec des interrupteurs indépendants.
- Rhéostat de puissance, 6 A, 80 W.
- Module interrupteur différentiel magnétothermique.
- Module d'instruments pour la mesure de: irradiation solaire (W/m2), température du panneau solaire (°C), courant du panneau solaire, courant de batterie ou de charge, tension du panneau solaire et puissance active à la tension du réseau.
- Inverseur de type Grid, avec sortie à la tension de réseau, 12 V, 300W.
- Module de mesure de l'énergie électrique en kW/h.
- Distributeur de réseau.



Le simulateur est complété avec câbles de connexion et manuel des expérimentes.
Le simulateur est **complété avec logiciel pour l'acquisition automatique des données**.

Option:
DL SIMSUN: module avec des lampes pour fournir un éclairage approprié pour le panneau solaire lorsqu'il est utilisé à l'intérieur.
Alternative:
DL SOLAR-D1T - Simulateur avec système de suivi de la position solaire au lieu du panneau solaire standard.





LAMPES POUR SIMULATEURS SOLAIRES PHOTOVOLTAIQUES



DL SIMSUN

Ce produit est utilisé pour fournir un éclairage approprié pour le module solaire photovoltaïque qui est utilisé dans les simulateurs DL SOLAR-B, DL SOLAR-D1 et DL SUN-WIND de De Lorenzo.

L'intensité de la lumière peut être réglée manuellement par un potentiomètre ou contrôlée automatiquement par une entrée 0-10 V, afin de permettre la réalisation d'expériences avec différentes intensités de lumière, donc, simulant les conditions de lumière de l'aube jusqu’au crépuscule.

Le DL SIMSUN inclut les principaux composants suivants:

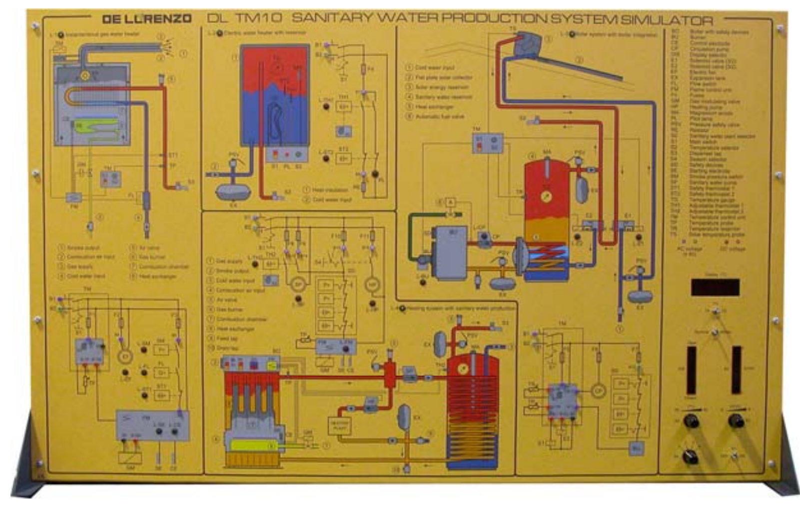
- 4 lampes halogènes, 300 W chacune
- Gradateur pour commander l'intensité de lumière
- Interrupteur différentiel magnétothermique, 10 A
- Potentiomètre, 10k



ENERGIES RENOUVELABLES



SYSTEME DE PRODUCTION D'EAU SANITAIRE



DL TM10

Le simulateur permet l'étude, l'expérimentation et la recherche des pannes, relativement aux installations suivantes:

- chauffe-eau instantané à gaz;
- chauffe-eau électrique à accumulation;
- installation solaire pour production d'eau chaude sanitaire avec intégration de bouilleur et chaudière;
- installation centralisée de réchauffage et production d'eau chaude sanitaire

Ces installations sont reproduites sur le panneau, à travers des synoptiques à couleurs qui en permettent une analyse complète des circuits à fluide, de ses composants et du circuit électrique/ électronique de contrôle et réglage.

Il est possible de simuler le comportement de composants et installations, de base aux conditions opératives que les étudiants et les professeurs peuvent gérer directement sur le panneau ou à travers le micro-ordinateur.

Ce dernier maintient constamment sous contrôle la simulation en action, en visualisant son cours à travers des signaux et des indicateurs analogiques et digitaux; de cette façon l'étudiant, à travers des mesures et des essais adéquats, peut rechercher les pannes.

Le chauffe-eau instantané à gaz est caractérisé par les éléments principaux suivants:

- chaudière murale à gaz à tirage forcé;
- dispositif de contrôle flamme;
- thermostat de réglage d'eau chaude sanitaire;
- thermostat de sécurité;
- flux stat d'eau chaude sanitaire
- pressostat fumé;
- soupape modulatrice portée gaz.

Le chauffe-eau électrique à accumulation est caractérisé par les éléments principaux suivants:

- chaudière en acier avec isolation ;
- résistance électrique;
- thermostat de réglage d'eau chaude sanitaire;
- thermostat de sécurité;
- soupape de sécurité;
- anode de magnésium;
- thermomètre d'eau chaude sanitaire.
- lampe témoin pour résistance électrique branchée.

L'installation solaire pour production d'eau chaude sanitaire avec intégration de bouilleur et chaudière est caractérisée par les éléments principaux suivants:

- panneaux solaires à circulation naturelle, avec réservoir d'accumulation d'eau chaude sanitaire;
- chaudière et brûleur à gaz relatif;
- dispositifs de sécurité et réglage relatif à la chaudière;
- boiler pour l'accumulation d'eau chaude sanitaire;
- pompe boiler;
- thermostat de réglage d'eau chaude sanitaire;
- sonde température boiler et thermomètre d'eau chaude sanitaire;
- sonde température accumulation d'eau chaude sanitaire de panneaux solaires;
- soupape de sécurité;
- soupapes électriques pour la commande des configurations suivantes:
- eau chaude sanitaire de panneaux solaire;
- eau chaude sanitaire de panneaux solaires avec intégrateur de chaudière et boiler;
- eau chaude sanitaire de chaudière et boiler.

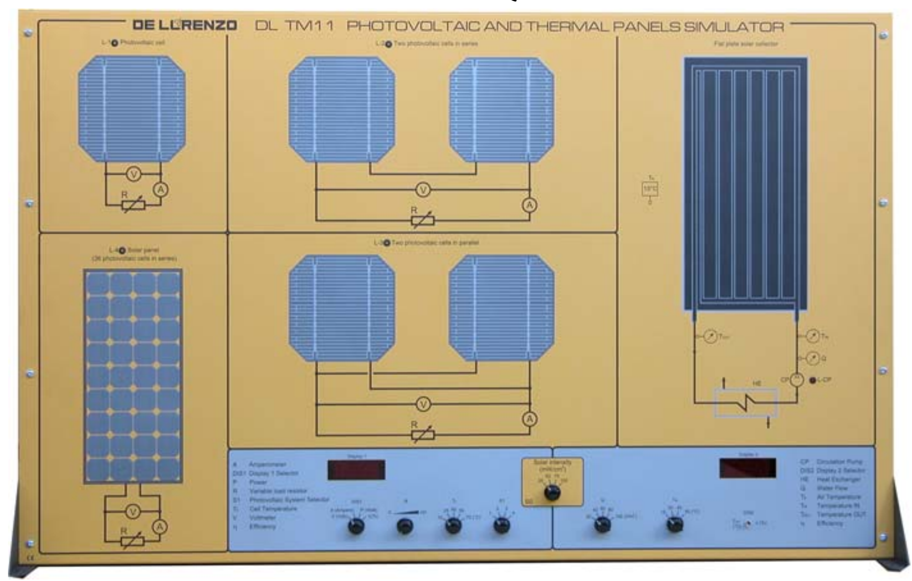
L'installation centralisée de réchauffage et de protection d'eau chaude sanitaire est caractérisée par les éléments principaux suivants:

- chaudière à gaz;
- dispositifs de sécurité et réglage relatifs à la chaudière;
- dispositif de contrôle flamme;
- soupape modulatrice portée gaz;
- pompe de circulation de réchauffage;
- vase d'expansion;
- soupape d'échappement d'air;
- boiler pour l'accumulation d'eau chaude sanitaire;
- pompe boiler;
- thermostat de réglage d'eau chaude sanitaire
- sonde température boiler et thermomètre d'eau chaude sanitaire;
- soupape de sécurité;
- anode de magnésium.





SIMULATEUR DE PANNEAUX PHOTOVOLTAIQUES ET THERMIQUES



DL TM11

Le simulateur permet l'étude, l'exécution d'expériences et le dépannage pour les composants et les systèmes suivants**:**

- cellule photovoltaïque de silicium monocristallin, carrée, de 135 mm de côté;
- deux cellules photovoltaïques avec connexion série;
- deux cellules photovoltaïques avec connexion parallèle;
- panneau composé de 36 cellules photovoltaïques avec connexion en série;
- panneau thermique avec circulation de liquide.

Ces systèmes sont reproduits sur le panneau, au moyen d'une représentation en couleur qui permet une analyse complète du circuit de fluide, de ses composants et du circuit électrique/électronique pour le contrôle et la régulation. Il est possible de simuler le comportement des composants et des systèmes, sur la base des conditions d'exploitation qui peuvent être surveillés directement sur le panneau ou par l'intermédiaire du PC par l'enseignant et les étudiants. Le PC maintient constamment sous contrôle la simulation en cours et affiche son comportement au moyen de signaux et de compteurs analogiques et numériques, de façon que l'étudiant, à travers des mesures et des tests, peut continuer avec la procédure de dépannage.

L'expérimentation sur les *systèmes photovoltaïques* est organisée comme suit**:**

- possibilité de simuler plusieurs valeurs de l'intensité de la radiation solaire (W/m²);
- possibilité de simuler plusieurs valeurs de la température des cellules photovoltaïques;
- possibilité de changer la charge électrique des systèmes photovoltaïques mentionnés ci-dessus;
- détection des caractéristiques tension-courant (V-I), fournies par les systèmes photovoltaïques, en fonction de l'intensité de la radiation solaire et de la température des cellules;
- détection des caractéristiques tension-puissance (V-P), fournies par les systèmes photovoltaïques, en fonction de l'intensité de la radiation solaire et de la température des cellules;
- évaluation de l'efficacité de conversion (énergie rayonnante – puissance électrique) des systèmes photovoltaïques.

L'expérimentation sur le *panneau thermique avec circulation de liquide* est organisée comme suit**:**

- possibilité de simuler plusieurs valeurs de l'intensité de la radiation solaire (W/m²);
- possibilité de simuler plusieurs valeurs de température du liquide de transport thermique à l'entrée du panneau;
- possibilité de changer la capacité du liquide de transport thermique à travers le panneau thermique;
- évaluation de la température du liquide de transport thermique à la sortie du panneau, en fonction de l'intensité de radiation solaire et de la température d'entrée;
- évaluation du rendement de conversion (énergie de radiation - puissance électrique) du panneau thermique.



ENERGIE SOLAIRE THERMIQUE AVEC SIMULATEUR



DL THERMO-A1

Système didactique pour l'étude théorique et pratique des installations solaires utilisés pour obtenir de l'eau chaude pour une utilisation sanitaire, la climatisation et des services similaires.

Le DL THERMO-A1 est un système à circulation forcée avec une large gamme d'applications didactiques.

Il comporte six capteurs de température disponibles en quatre points différents, et un capteur de rayonnement solaire qui est utilisé pour calculer l'énergie. Il permet l'enseignement et l'apprentissage suivants:

- Identification de tous les composants et comment ils sont associés à son fonctionnement.
- Interprétation des paramètres techniques de tous les composants.
- Critères de dimensionnement des installations ACS, air conditionné, etc.
- Critères de montage et de maintenance des installations.
- Interprétation des données fournies par le contrôle.

Le simulateur est composé de trois unités d'exploitation, comme suit:

MODULE PRINCIPAL

Dimensions 1000 x 650 x 1650 mm., panneau avant avec le schéma de principe du système. Il contient les composants de la circulation, le stockage et le contrôle du liquide dans les circuits primaire et secondaire.

Ces composants sont placés verticalement sur une structure, en facilitant l'accès à l'aise à toutes les parties pour opérations de montage et démontage effectuées au cours des séances de travaux pratiques décrites dans le manuel. Le panneau de contrôle est placé dans la partie supérieure du module principal et il est composé de: schéma du système, centre de commande électronique avec un écran LCD pour la visualisation des données, lampes de signalisation. Les prises hydrauliques pour entrée d'eau froide, sortie d'eau chaude sanitaire, la connexion au panneau solaire, etc., sont situés à l'arrière du module.

PANNEAU SOLAIRE

Simulateur d'un panneau solaire alimenté par le réseau pour permettre d'effectuer les exercices pratiques en classe. Alternativement (code DL THERMO-A2), il est possible de prévoir un panneau solaire réel placé dans une structure métallique et relié au module principal par des tuyaux souples, pourvu d'évacuation, de sécurité et de vannes de remplissage.

CONVECTEUR

Comme moyen d'application de l'eau chaude produite, un convecteur est disponible pour utilisation. Il est relié par des tuyaux flexibles. Ce composant permet d'expérimenter les effets de l'eau chaude obtenue avec ce système. Cependant, le système est suffisamment ouvert pour permettre une utilisation facile avec d'autres applications, telles que l'approvisionnement d’eau chaude sanitaire, chauffage par le sol, etc.

Le système est livré avec un manuel d'expérimentation.



ENERGIE SOLAIRE THERMIQUE AVEC PANNEAU



DL THERMO-A2

Système didactique pour l'étude théorique et pratique des installations solaires utilisés pour obtenir de l'eau chaude pour une utilisation sanitaire, la climatisation et des services similaires.

Le DL THERMO-A2 est un système à circulation forcée avec une large gamme d'applications didactiques. Il comporte six capteurs de température disponibles en quatre points différents, et un capteur de rayonnement solaire qui est utilisé pour calculer l'énergie. Il permet l'enseignement et l'apprentissage suivants:

- Identification de tous les composants et comment ils sont associés à son fonctionnement.
- Interprétation des paramètres techniques de tous les composants.
- Critères de dimensionnement des installations ACS, air conditionné, etc.
- Critères de montage et de maintenance des installations.
- Interprétation des données fournies par le contrôle.

Le simulateur est composé de trois unités d'exploitation, comme suit:

MODULE PRINCIPAL

Dimensions 1000 x 650 x 1650 mm., panneau avant avec le schéma de principe du système. Il contient les composants de la circulation, le stockage et le contrôle du liquide dans les circuits primaire et secondaire.

Ces composants sont placés verticalement sur une structure, en facilitant l'accès à l'aise à toutes les parties pour opérations de montage et démontage effectuées au cours des séances de travaux pratiques décrites dans le manuel. Le panneau de contrôle est placé dans la partie supérieure du module principal et il est composé de: schéma du système, centre de commande électronique avec un écran LCD pour la visualisation des données, lampes de signalisation. Les prises hydrauliques pour entrée d'eau froide, sortie d'eau chaude sanitaire, la connexion au panneau solaire, etc., sont situés à l'arrière du module.

PANNEAU SOLAIRE

Panneau solaire réel placé dans une structure métallique et relié au module principal par des tuyaux souples, pourvu d'évacuation, de sécurité et de vannes de remplissage. Alternativement (code DL THERMO-A1), il est possible de prévoir un panneau solaire simulé alimenté par le réseau pour permettre d'effectuer les exercices pratiques en classe.

CONVECTEUR

Comme moyen d'application de l'eau chaude produite, un convecteur est disponible pour utilisation. Il est relié par des tuyaux flexibles. Il permet d'expérimenter les effets de l'eau chaude obtenue avec ce système. Cependant, le système est suffisamment ouvert pour permettre une utilisation facile avec d'autres applications, telles que l'approvisionnement d'eau chaude sanitaire, chauffage par le sol, etc.

Le système est livré avec un manuel d'expérimentation.





SIMULATEUR MODULAIRE D'ENERGIE EOLIENNE



DL WIND-A

Système didactique pour l'étude théorique et pratique des installations éoliennes. Le système comprend un ensemble de modules de commande, instruments et applications, une éolienne, un dispositif pour mesurer la vitesse du vent et manuels descriptifs et pratiques.

MODULES

- Module de mesure
- Module de conversion CC/CA
- Module de contrôle de batterie
- Module avec lampes 12 V
- Module avec lampes à tension de réseau
- Batterie 24 Ah, 12 V

EOLIENNE

- 160 W, 12 V.

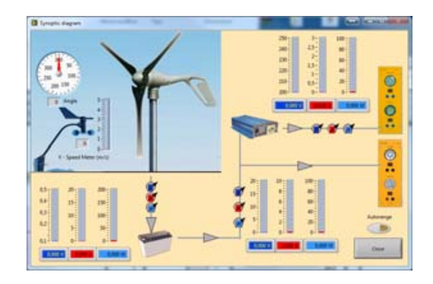
CAPTEUR

- Anémomètre et capteur de la direction du vent sur support

Il comprend aussi:

- Cadre
- Jeu de câbles de connexion
- Manuel descriptif et pratique
- Manuel d'instruction de l'éolienne

Complété de logiciel d'acquisition automatique de données.







SIMULATEUR MODULAIRE D'ENERGIE EOLIENNE AVEC MOTEUR POUR EXERCICES PRATIQUES EN CLASSE



DL WIND-A1S

Système didactique pour l'étude théorique et pratique des installations éoliennes.
Le système comprend un ensemble de modules de commande, instruments et applications, un moteur pour commander l'éolienne en absence de vent et manuels descriptif et pratique.

MODULES

- Module de mesure
- Module de conversion CC/CA
- Module de contrôle de batterie
- Module avec lampes 12 V
- Module avec lampes à tension de réseau
- Batterie 24 Ah, 12 V
- Kit moteur pas à pas

Complété de logiciel d'acquisition automatique de données.

ALTERNATIVE: le système est également disponible avec un kit moteur CC au lieu du moteur pas à pas (DL WIND-A1).

EOLIENNE

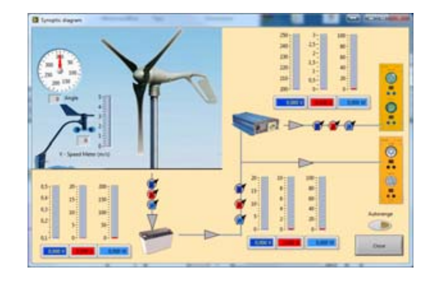
- 160 W, 12 V.

CAPTEUR

- Anémomètre et capteur de la direction du vent sur support

Il comprend aussi:

- Cadre
- Jeu de câbles de connexion
- Manuel descriptif et pratique
- Manuel d'instruction de l'éolienne







SIMULATEUR MODULAIRE D’ENERGIE EOLIENNE AVEC RACCORDEMENT AU RESEAU



DL WIND-A1G

Système didactique pour l'étude de la production d’énergie électrique à partir d’une éolienne et son raccordement au réseau électrique.
Le système comprend un ensemble de modules de commande, instruments et applications, une éolienne, un kit moteur pour commander l’éolienne en absence de vent et manuels descriptif et pratique.

MODULES

- Module de mesure
- Module de conversion CA/CA
- Résistance de freinage, 250W, 3 Ohm
- Module avec lamps à tension de réseau
- Module de mesure de l’énergie
- Interrupteur magnétothermique différentiel
- Distributeur de réseau
- Kit moteur pas à pas et module d’alimentation

Complété de logiciel d'acquisition automatique de données.

EOLIENNE

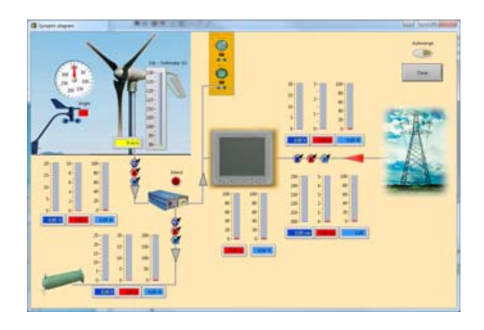
- 400 W, 12 V.

CAPTEUR

- Anémomètre et capteur de la direction du vent sur support

Il comprend aussi:

- Cadre
- Jeu de câbles de connexion
- Manuel descriptif et pratique
- Manuel d’instruction de l’éolienne







SIMULATEUR D'ENERGIE EOLIENNE AVEC SOUFFLERIE



DL WIND-B

Simulateur pour l'étude théorique et pratique de la production d'électricité au moyen de l'énergie éolienne.
Avec ce simulateur, il est possible de modifier le débit d'air qui atteint l'éolienne et d'expérimenter son fonctionnement en conditions de charge et de charge nulle.

Il est composé de:

- Une soufflerie dans laquelle les composants suivants sont installés:
  - Un ventilateur monophasé industriel avec régulateur électronique de vitesse.
  - Une éolienne 12 V, 40 W, avec un mécanisme pour modifier son orientation par rapport à la source du vent.
- Un anémomètre;
- Un voltmètre;
- Un ampèremètre;
- Un module d'alimentation, 0 ÷ 230 V, 4 A, avec des instruments de lecture de la vitesse du vent, de la tension et du courant, un potentiomètre pour commander le ventilateur simulant le vent et une lampe qui représente une charge résistive. Sortie analogique de chaque instrument: 0-10 V
- Une charge résistive variable.

Dimensions: 1780 x 610 x 1360 mm.
Complété avec logiciel d'acquisition automatique de données et manuel de fonctionnement et d'exercices.

Options:

- **DL VAWT**: turbine à axe vertical Savonius.
- **DL GMLL**: turbine Giromill.

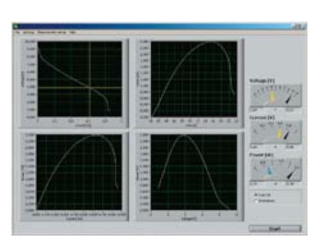


ENERGIES RENOUVELABLES



SIMULATEUR POUR EXPERIENCES SUR LES PILES A COMBUSTIBLE A HYDROGENE





DL HYDROGEN-A

L'unité comprend: 10 piles à combustible PEM (dix cellules), électrolyseur, module d'alimentation, logiciel de contrôle des piles à combustible, réservoir de stockage d'hydrogène, charge électrique (lampe), ventilateur, panneau solaire et 2 modules avec lampes pour le panneau solaire.
Les accessoires suivants sont également inclus: une bouteille d'eau (avec de l'eau distillée), des lunettes de protection, tubes en silicone, manuel didactique.

Spécifications

- Electrolyseur: 15 W
- Pile à combustible
- puissance par cellule: 200 mW
- puissance (10 cellules) 2 W
- Panneau solaire: 4 V / 3,3 A
- Stockage de gaz: 80 cm^3
- Lampe: 4.4 W
- Alimentateur: 6 Vcc / 3 A
- Logiciel de contrôle
- Dimensions: 1000 x 620 x 200 mm.

Liste des expériences

- Etude d'une pile à combustible avec jusqu'à dix cellules empilées
- Production et stockage d'hydrogène
- Détermination de la courbe caractéristique du panneau solaire
- Mesures automatiques commandées en tension
- Détermination de la courbe caractéristique de l'électrolyseur
- Connaître les lois de Faraday
- Détermination des courbes caractéristiques de la pile à combustible
- Détermination de l'efficacité des piles à combustible
- Détermination de la tension de décomposition de l'eau
- Mesures à long terme sur votre PC
- Fixation de la sortie à différents points de fonctionnement de la pile à combustible
- Contrôle des tensions de chaque cellule de la pile sur votre PC
- Mesures automatiques contrôlées par la puissance





SIMULATEUR DE SYSTEMES DE PILES A COMBUSTIBLE



DL HYDROGEN-B

Ce simulateur a été conçu pour l'étude des systèmes de piles à combustible. Il enseigne les principes d'ingénierie et permet d'effectuer une série d'expériences à des fins éducatifs.
Il est sûr et facile à être utilisé.
En outre, il est très flexible, modulaire et approprié à la compréhension des principes de base ainsi que à concepts technologiques plus complexes.

Le simulateur comprend les modules suivants:

- Pile à combustible PEM 100 W. Performance: 14 V à 7.2 A. Consommation de H2: 1.4 l/min. il comprend le dispositif électronique de commande.
- Réservoir de stockage d'aluminium, 225 l
- Convertisseur CC/CC, sortie 12 V, 8 A
- Charge, avec une lampe à halogène, 12 V, 50 W, et une lampe à LED, 12 V, 3 x 1 W
- Rhéostat logarithmique variable, 1.5 Ohm ÷ 17 Ohm, 100 W, Imax = 8 A
- Batterie
- Module avec instruments, contenant 4 instruments multifonction et 4 affichages LCD

Complété avec logiciel pour l'acquisition et le traitement des données.

Option:

- DL HYGEN: Générateur d'hydrogène, pour le remplissage du récipient de stockage à hydrure.



INSTALLATION PILOTE POUR LA PRODUCTION DE BIODIESEL



DL BIO-30

Le biodiesel peut être utilisé dans les moteurs diesel automobiles (camions, tracteurs, automobiles, etc.) ou dans les moteurs stationnaires (producteurs d'électricité, de chaleur, etc.), dans sa forme naturelle ou mélangé avec du diesel de pétrole, dans des proportions différentes. Le biodiesel ne nécessite aucune modification des moteurs.

Notre installation de biodiesel permet la production de carburant qui peut être utilisé dans les applications diesel ci-dessus mentionnées.

Le biodiesel est produit par la réaction chimique d'une huile végétale ou de graisse animale avec du méthanol ou de l'éthanol (alcool de canne à sucre sans eau) en présence d'un catalyseur.

Ce procédé est connu sous le nom de transestérification, et le catalyseur peut être alcalin, acide ou enzymatique.

Ce procédé produit également de la glycérine, utilisée pour la fabrication de savons et autres produits.

Le procédé de transestérification pour la production de biodiesel a été développé par des professionnels experts, utilisant des composants d'équipements conventionnels disponibles sur le marché et automatisés avec les caractéristiques techniques utilisées dans les procédés industriels, permettant applications didactiques et de recherche.

Avec cette plante, il est possible de contrôler les températures de chauffage de l'huile végétale, de la réaction et du lavage.

Il est également possible de recirculer le mélange pendant la durée de la réaction.

Selon les exigences des utilisateurs finaux, notre service technique est en mesure de concevoir des installations de biodiesel avec des caractéristiques techniques spécifiques. Par exemple, la capacité de la plante peut être différente d'un cas à l'autre.

La plante peut ou peut ne pas inclure le système de récupération de l'alcool ou la technologie à ultrasons pour améliorer l'efficacité de la phase de mélange.

Par conséquent, la plante qui est décrit ci-dessous doit être considéré comme une installation pilote d'exemple, avec des caractéristiques spécifiques qui peuvent encore être discutées avec l'utilisateur final.

Dans ce cas particulier, l'installation a une capacité de 30 litres/cycle, comprend le système de récupération de l'alcool et ne comprend pas l'appareil à ultrasons.



CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DE L'INSTALLATION DE BIODIESEL DL BIO-30

Capacité: 30 litres/cycle
Composants principaux:

- Système de traitement des huiles végétales:
  - Réservoir pour la réception de la matière première.
  - Capacité: 30 litres, complet avec tamis pour filtrer des corps solides dans la partie supérieure. En acier inoxydable
  - Système de chauffage électrique
  - Thermomètre
  - Filtre 10 µm
- Système de réaction de transestérification:
  - Réservoir conique en acier inoxydable AISI 316L. Capacité: 30 litres
  - Système d'agitation
  - Système de chauffage électrique
  - Système de récupération de l'alcool
  - Pompe
- Panneau de commande numérique
- Distributeur du catalyseur
- Réservoir en acier inoxydable AISI 304L pour mélanger le méthyle.
- Capacité de mélange: 4 litres
- Bac de décantation en acier inoxydable.
- Capacité: 30 litres avec récupération de l'alcool et condenseur avec une surface de 0,5 m^2
- Système de lavage avec filtrage:
  - Réservoir de lavage. Capacité: 30 litres
  - Système d'agitation
  - Système de chauffage électrique
  - Filtres 10 µm et 1 µm
- Kit d'installation en acier inoxydable pour interconnecter les équipements
- Accessoires
  - Balance digitale
  - Thermomètre
  - pH-mètre
  - Flacon de 500 ml, fond plat
  - Beaker, 1000 ml
  - Burette avec support
  - Entonnoir
  - Pipette graduée
  - Pipette volumétrique
  - Eprouvette
  - Tubes avec support
  - Bec Bunsen
  - Trépied
- Structure métallique en acier au carbone et peinture époxy à haute résistance.

Dimensions: 2 x 0.9 x 1.8 mètres





SIMULATEUR D'ENERGIE SOLAIRE – EOLIENNE – A PILES DE COMBUSTIBLE



DL GREENKIT

Ce simulateur a été conçu pour l'étude des énergies renouvelables: l'énergie solaire, l'énergie éolienne et les systèmes de piles à combustible.

Avec le simulateur, il est possible de réaliser les expériences suivantes:
- Montage d'une pile à combustible
- Production et stockage de l'hydrogène
- Détermination de la courbe caractéristique du panneau solaire
- Fonctionnement hydrogène/oxygène ou hydrogène/air
- Détermination de la courbe caractéristique de l'électrolyseur
- Détermination de l'efficacité de l'électrolyseur
- Les lois de Faraday
- Détermination des courbes caractéristiques de la pile à combustible
- Détermination de l'efficacité des piles à combustible
- Détermination de la tension de décomposition de l'eau
- Construction d'un modèle de voiture à hydrogène
- Utilisation du méthanol pour produire de l'électricité
- Détermination des courbes caractéristiques du DMFC
- Influence de la surface d'un panneau solaire sur l'intensité de la tension et du courant d'un module solaire
- Tension et courant dans une installation en série de panneaux solaires
- Tension et courant dans une installation en parallèle de panneaux solaires
- Tension et courant dans un panneau solaire en fonction de l'intensité de la lumière
- La courbe caractéristique courant-tension d'un panneau solaire
- Energie électrique à partir de l'énergie éolienne
- Effets de la vitesse du vent
- Vent de différentes directions
- Influence du nombre de pales du rotor
- Influence des différentes positions des pales
- Observation d'une roue éolienne sous charge
- Caractéristique de tension et courant de l'éolienne
- Stockage d'énergie électrique à partir du vent à l'aide des technologies à l'hydrogène
- Concept d'un système autarcique avec énergie renouvelable





Spécifications techniques

Electrolyseur:
5 cm³/min H_2; 2,5 cm³/min O2;
1.16 W

RFC H2/O2/Air:
Mode électrolyseur: 5 cm³/min H_2;2.5 cm³/min O_2; 1.16 W
Mode pile à combustible:
Mode H_2/O_2: 300 mW
Mode H_2/air: 100 mW

PEMFC Kit:
Mode H_2/O_2: 600 mW
Mode H_2/air: 200 mW

Pile à combustible à méthanol:
Puissance: 10 mW

Stockage de gaz: 30 cm³ H_2; 30 cm³ O_2

Module solaire: 2.0 V / 600 mA

Batteries: 4.5 VDC / 0.8 A

Alimentation: 1.2 A

Charge (ventilateur): 10 mW
Charge (voiture): 150 mW
Longueur du câble: 250 mm

Eolienne
(performance moyenne avec ventilateur de table)
Umax =6.0 V
Imax =0.3 A

Module solaire: 2.0 V / 600 mA

Résistance:
Capacité max.: 1.2 W
Portes: 2 mm
Poids: 190 g
H x W x D: 40 x 160 x 130 mm

Multimètres:
Portes: 2 mm
Poids: 140 g
H x W x D: 125 x 70 x 30 mm

2 mallettes: 140 x 450 x 380 mm. chaque

Poids: 4 kg. chaque

Option:
Projecteur double avec 2 lampes halogènes.



SIMULATEUR MODULAIRE D'ENERGIE SOLAIRE/EOLIENNE



DL SUN-WIND-S

Simulateur modulaire pour l'étude théorique et pratique des installations électriques avec énergie solaire photovoltaïque et énergie éolienne.
Composé de:

- Un module photovoltaïque inclinable, 90W, 12V, avec une cellule de mesure du rayonnement solaire et un capteur de température.
- Une éolienne
  - 12 Vcc, 160 W
  - Châssis de support 1.5 m.
  - Anémomètre et capteur de la direction du vent.
- Un ensemble de modules avec un cadre de support:
  - Un module de contrôle de batterie, 12V, 32A, avec batterie.
  - Un module de charge. Il comprend deux lampes 12V, 20W dichroïque et 3W LED, avec interrupteurs indépendants.
  - Un module de charge. Il comprend deux lampes à tension de réseau, 35W dichroïque and 3W LED, avec interrupteurs indépendants.
  - Un module électronique de régulation, avec écran LCD.
  - Un rhéostat.
  - Un module de mesure de l'irradiation solaire (W/m^2), de la température du panneau solaire (°C), du courant, de la tension et de la puissance.
  - Un module de mesure de le vitesse et de la direction du vent.
  - Un kit moteur pour utiliser l'éolienne à l'intérieur de la classe.
  - Un module convertisseur continu-alternatif, avec sortie sinusoïdale à tension de réseau.
  - Puissance moyenne: 300 W.

Le simulateur est complet avec câbles de connexion et manuels d'expériences.
Complété de logiciel d'acquisition automatique de données.



Option:
DL SIMSUN: module de lampes pour l'éclairage approprié pour le panneau solaire lorsqu'il est utilisé à l'intérieur.
Alternatives:
DL SUN-WIND : kit moteur cc au lieu du moteur pas à pas
DL SUN-WIND-ST : simulateur avec système de suivi de la position solaire au lieu du panneau solaire standard





SIMULATEUR MODULAIRE D'ENERGIE SOLAIRE/EOLIENNE AVEC RACCORDEMENT AU RESEAU



DL SUN-WIND-G

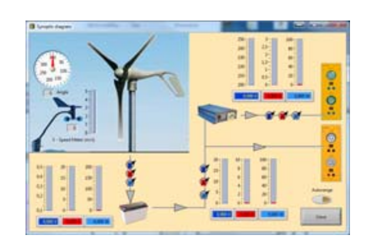
Simulateur modulaire pour l'étude théorique et pratique des installations électriques avec énergie solaire photovoltaïque et énergie éolienne.

Composé de:

- Un module photovoltaïque inclinable, 90W, 12V, avec une cellule de mesure du rayonnement solaire et un capteur de température.
- Une éolienne
  - 12 Vcc, 400 W
  - Châssis de support 1.5 m.
  - Anémomètre et capteur de la direction du vent.
- Un ensemble de modules avec un cadre de support:
  - Un module de charge. Il comprend deux lampes 220V, 35W dichroïque et 3W LED, avec interrupteurs indépendants.
  - Un module convertisseur CA/CA pour la section éolienne
  - Résistance de freinage pour l'éolienne
  - Un rhéostat.
  - Un module de mesure de l'irradiation solaire (W/m^2), de la température du panneau solaire (°C), du courant, de la tension et de la puissance.
  - Un module de mesure de le vitesse et de la direction du vent.
  - Un module de mesure de l'énergie
  - Un interrupteur magnétothermique différentiel
  - Un distributeur de réseau
  - Un kit moteur pas à pas pour utiliser l'éolienne à l'intérieur de la classe.
  - Un module convertisseur continu-alternatif, avec sortie sinusoïdale à tension de réseau. Puissance moyenne: 300 W.

Le simulateur est complet avec câbles de connexion et manuels d'expériences.

Complété de logiciel d'acquisition automatique de données.



Option:

DL SIMSUN: module de lampes pour l'éclairage approprié pour le panneau solaire lorsqu'il est utilisé à l'intérieur.

Alternative:

DL SUN-WIND-GT: Simulateur avec système de suivi de la position solaire au lieu du panneau solaire standard.



SIMULATEUR D'ENERGIE HYBRIDE SOLAIRE/EOLIENNE



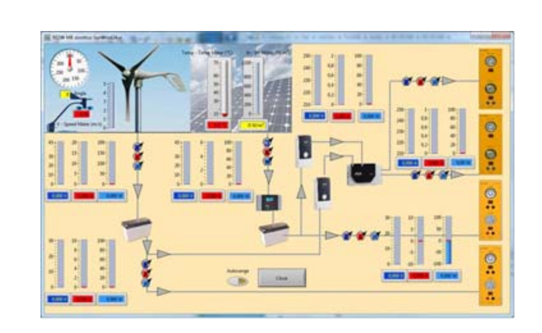
DL SUN-WIND24V et DL SUN-WIND12V

L'objectif principal d'un système de puissance hybride consiste à combiner de sources multiples pour livrer de l'énergie électrique non intermittente, en essayant de profiter des multiples énergies renouvelables disponibles.

Le simulateur est composé de deux sous-systèmes, l'un pour la production d'énergie électrique à partir d'énergie solaire photovoltaïque à travers un panneau solaire et l'autre pour la production d'énergie électrique à partir d'énergie du vent grâce à une éolienne.

Dans ce simulateur, l'un des deux inverseurs, agissant en tant que maître, synchronise la fréquence de l'autre inverseur, agissant en tant que esclave, pour permettre la création d'une connexion entre les deux sorties qui fonctionnent comme une seule ligne avec puissance disponible double.

Complété de logiciel d'acquisition automatique de données.





ENERGIES RENOUVELABLES



Les simulateurs sont composés de:

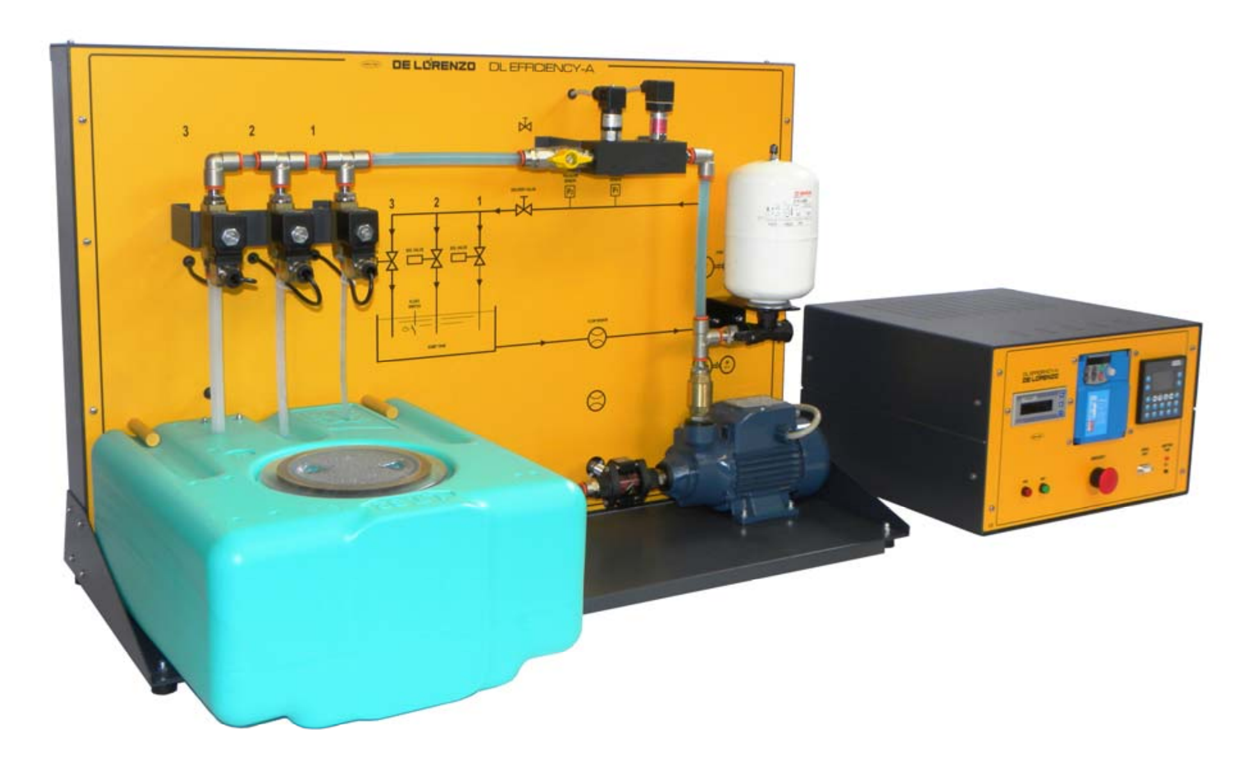
		version 24V	version 12V
PFS	Module photovoltaïque monté sur un support avec roues et complet avec échelle graduée sur un côté pour le réglage de l'inclinaison et de cellule calibrée dans la partie supérieure pour la mesure du rayonnement solaire.	185W, 24V	90W, 12V
AEROGEN	Éolienne 160W, avec anémomètre et capteur de direction du vent monté sur un pied. L'éolienne est fourni avec un kit moteur pour pouvoir utiliser le simulateur à l'intérieur de la salle de classe ou en cas d'absence de vent.		
DL 9012	Module électronique de régulation pour charge de batterie, avec affichage LCD pour des informations sur l'état du sous-système. Il est capable d'afficher à la fois la tension solaire et la tension de batterie ainsi que le courant de charge, l'accumulation de charge en ampère-heure et la température.		
DL 9013MS	Module convertisseur CC/CA, avec sortie sinusoïdale pour générer un réseau électrique (secteur). Avec un disjoncteur pour allumer et éteindre l'inverseur. Il fonctionne en tant que maître ou esclave. Fourni avec panneau de contrôle.	Deux de 1000W chacun avec quatre batteries de12V	Deux de 500W chacun avec deux batteries de 12V
DL 9015	Module pour mettre en parallèle les inverseurs. Il permet jusqu'à un maitre et quatre esclaves.		
DL 9044	Module de charge avec une lampe halogène, 20 W, 12Vcc, et une lampe à LED, 3W, 12Vcc. Chaque lampe comprend un interrupteur ON/OFF de contrôle indépendant.	4 fournis	2 fournis
DL 9017	Module de charge avec une lampe halogène 35W, de réseau, et une lampe à LED, 3W, de réseau. Chaque lampe comprend un interrupteur ON/OFF de contrôle indépendant.		
DL 9018	Module rhéostat logarithmique variable, 80Ω, 6A max., pour charger le panneau photovoltaïque afin de détecter les courbes caractéristiques tension-courant.		
DL 9021	Module instruments pour mesurer les paramètres solaires. Il affiche: tensions et courants, rayonnement solaire, température du panneau solaire, puissance électrique.		
DL 9022	Module instruments pour mesurer les paramètres éoliens. Il affiche: tensions et courants, vélocité du vent, direction du vent, puissance électrique.		
DL SIMSUN	Set de lampes pour éclairer le panneau solaire photovoltaïque pour utiliser le simulateur à l'intérieur de la salle de classe ou dans le cas d'un ciel nuageux. L'intensité de la lumière peut être contrôlée par l'opérateur grâce à un potentiomètre ou à distance par un signal à courant continu.	2 fournis	1 fournis
DL 2100-1M	Cadre pour les modules.	2 fournis	2 fournis

Le simulateur est complet avec câbles de connexion et manuels d'expériences.





EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DES MOTEURS ELECTRIQUES



DL EFFICIENCY-A

Simulateur pour l'étude de l'efficacité énergétique dans le contrôle de moteurs électriques. Le simulateur permet d'étudier l'efficacité énergétique dans un circuit hydraulique avec pompe motorisée contrôlée par un inverseur.

Le simulateur est composé de:

- Un panneau didactique sur lequel les composants d'un circuit hydraulique sont assemblés. Le circuit simule, de manière schématique, un aqueduc. À partir d'un réservoir, l'eau est déplacée, par une pompe, à travers un circuit hydraulique instrumenté qui se termine par un ensemble de 3 prises d'eau de différents diamètres commandées par électrovannes.
- Un module de commande comprenant: un automate, un inverseur, un analyseur de réseau avec son module d'interface

Spécifications techniques*:*

- Pompe à moteur triphasé, 0,37 kW, en fonte et en laiton, max. débit 40 l/min.
- Trois électrovannes NF à 2 voies, contrôle direct, corps en laiton
- Transducteur de débit, de 1 à 40 l min.
- Capteur de pression, de 0 à 10 bar, signal de sortie 0-10 V
- Interrupteur à pression, de 1 à 12 bar
- PLC, 12 entrées numériques, 4 entrées analogiques, 6 sorties à relais
- Inverseur, 0,4 kW, régulation PID en standard, 7 vitesses présélectionnées configurables par l'utilisateur
- Analyseur de réseau multifonction, tensions et courants de ligne, puissance totale active et réactive, facteur de puissance, énergies actives et réactives, etc.





MOTEUR KEPPE
MOTEUR UNIVERSEL CA/CC A HAUTE EFFICACITÉ



DL 2130B

Système pour l'étude d'une nouvelle technologie des moteur basée sur des principes d'énergie essentielle du Prof. Keppe, énoncés dans son livre "La nouvelle physique dérivée d'une métaphysique invertie".
Le système permet effectuer des tests sur la puissance et l'efficacité, par rapport aux moteurs traditionnels.

Le principe du moteur
Ce nouveau principe a donné origine au Moteur Keppe, un moteur à résonance magnétique entraîné par CC pulsé. Le moteur Keppe comprend un ou plusieurs disques de rotor à aimant permanent pour capturer le magnétisme de l'environnement et des bobines en forme de cône sans noyau qui simulent à grande échelle les vortex minuscules naturels des dipôles magnétiques.
Par conséquent, le Moteur Keppe dispose d'un système de commutation qui répond naturellement à l'alimentation d'entrée jusqu'à ce que la résonance est obtenue. Une conséquence naturelle de l'état de résonance entre les forces magnétiques du rotor et les bobines de stator est que le rendement du moteur est maximisé.

Le système didactique
Le DL 2130B a été conçu pour étudier l'efficacité du moteur Keppe lorsqu'il est utilisé pour entraîner un ventilateur conventionnel en CA.
Le système est composé de:

- Un ventilateur avec un moteur Keppe 127 Vca (D=85 mm); vitesse maximale de travail de 1300 rpm, chargé par une lame de 50 cm de diamètre, consommant 40 W.
- Un ventilateur avec un moteur monophasé ca conventionnel de 127 Vca avec la même lame de 50 cm de diamètre, consommant 140W à la vitesse maximale de 1300 rpm.
- Un panneau avec un inverseur 400 W, 12 Vcc/115 Vca, plusieurs instruments analogiques, compteur numérique de puissance ca.
- Un transformateur pour une batterie de 12V
- Un moteur Keppe de sortie 8W
- Un compteur de vitesse





KIT D'INSTALLATION D'ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAIQUE



DL SOLAR-KIT

Kit d'énergie solaire photovoltaïque pour la production d'énergie électrique.

Composé de:

- Un **module photovoltaïque** inclinable, 90W, 12V, avec une cellule pour mesurer le rayonnement solaire et un capteur de température.
- Un **cadre** de support pour le module.
- Un module de **régulation électronique**, avec écran LCD, sortie 12 V, 30 A.
- Un **module convertisseur** continu-alternatif, avec sortie à tension de réseau, 12 V, 30 A, 300 W.
- Un interrupteur de **contrôle batterie**, 0-600 V, 32A avec **batterie solaire**.
- Deux **lampes à tension du réseau**, une dichroïque 35W et une LED 3W, avec interrupteurs indépendants.
- Deux **lampes à 12V**, une dichroïque 20W et une LED 3W, avec interrupteurs indépendants.
- **Câbles**, **connecteurs** et **accessoires**.
- Un cadre pour les composants électriques du système: lampes, interrupteurs, protections, etc.

Complet avec câbles de connexion et manuel d'installation.



KIT D'INSTALLATION D'ENERGIE SOLAIRE ET ÉOLIENNE



DL SOLAR-WIND KIT

Kit d'énergie solaire et éolienne pour la production d'énergie électrique.

Composé de:

- **Deux modules photovoltaïques** inclinables, 90W, 12V, avec cellule pour mesurer le rayonnement solaire et capteur de température.
- Un **cadre** de support pour le module.
- Un module de **régulation électronique**, avec écran LCD, sortie 12 V, 30 A.
- Un **module convertisseur** continu-alternatif, avec sortie à tension de réseau, 12 V, 30 A, 300 W.
- Un interrupteur de **contrôle batterie**, 0-600 V, 32A avec **batterie** 100 Ah.
- Deux **lampes à tension du réseau**, une dichroïque 35W et une LED 3W, avec interrupteurs indépendants.
- Deux **lampes à 12V**, une dichroïque 20W et une LED 3W, avec interrupteurs indépendants.
- **Câbles**, **connecteurs** et **accessoires**.
- Un **cadre** pour les composants électriques du système: lampes, interrupteurs, protections, etc.
- Une **éolienne** à CC, 12 V.

Complet avec câbles de connexion et manuel d'installation.





SYSTEME POUR L'ETUDE DE LA PROTECTION CATHODIQUE



DL MK1

La protection cathodique est une technique de contrôle de la corrosion d'une surface métallique en la faisant fonctionner en tant que cathode d'une cellule électrochimique. Ceci est réalisé par mise en contact avec le métal à protéger d'un autre métal qui se corrode plus facilement à agir comme anode de la cellule électrochimique. Les systèmes de protection cathodique sont les plus couramment utilisés pour protéger pipelines pour le transport d'eau ou de carburant, réservoirs de stockage, piles jetée en acier, navires, plates-formes pétrolières offshore et on shore et tubages de puits.
L'étude théorique qui précède les expériences à entreprendre sur le banc est rapporté dans le manuel, élément essentiel du banc. Dans ce manuel, il est facile d'expliquer le contexte et d'ailleurs l'objectif de l'expérience.
Le banc offre des installations pour étudier le cas des systèmes isolés, ainsi que le cas de systèmes où les différents métaux sont couplés entre eux. Une attention particulière est accordée à la présence ou non de plusieurs types de matériaux isolants sur les surfaces des échantillons, afin de démontrer le comportement différent de la même matière revêtue ou nue.
Le banc offre des dispositifs appropriés pour mettre en évidence le concept de potentiel de corrosion libre, mesuré à l'aide d'électrodes de référence et des moyens aptes à construire avec une certaine précision les courbes de polarisation.
Techniques de protection sont représentées, comme des systèmes par anodes sacrificielles de plusieurs types de métaux ou comme systèmes de protection cathodique par courant imposé, avec la possibilité de voir quelle est l'explication de l'utilisation d'alimentateurs à tension constante, à courant constant et à potentiel constant.
Le banc est équipé d'installations de mesure caractérisées par une sensibilité et une précision appropriées, afin d'introduire ce qui doit être la base des tests de laboratoire à exécuter, à reconnaître ce qui est la manière correcte afin de déterminer le comportement d'un métal en contact avec l'électrolyte dans différentes conditions de température (bain thermostatique) et avec concentration élevée en oxygène (pompe pour insufflations d'air).
Une interface multi-canal appropriée peut connecter le banc à un PC afin d'enregistrer les résultats de l'expérimentation et de donner la trace pour autres études.



LISTE DES EXPERIENCES

La liste suivante présente les expériences proposées et correspond à la structure du manuel. Le manuel est un document adressé à l'enseignant afin de préparer la leçon et signale la bibliographie et des liens pour d'autres investigations sur l'argument.

1) L'utilisation du voltmètre

L'instrument le plus important dans le domaine de la protection cathodique est le voltmètre; généralement, le type numérique est le plus commun. En raison de la grande impédance, il permet de mesurer des tensions (les potentiels) dues à des sources avec impédance interne très élevée.

Les mesures suivent l'introduction aux mesures électriques et à la loi d'Ohm qui régule le passage du courant dans le premier ainsi que dans le deuxième type de conducteurs (métaux et électrolytes).

2) La mesure de la différence de potentiel d'un échantillon dans un électrolyte

Cette expérience introduit le sujet de la protection cathodique. L'objectif de la discipline consiste à modifier le potentiel (par rapport à la cellule de référence) de la structure à protéger par le ralentissement de la tendance naturelle du métal à passer en solution.

Cette expérience met l'accent sur l'approche électrochimique des phénomènes de corrosion.

3) La cellule de référence

Cette expérience met en relation l'utilisation pratique des trois types de cellules de référence les plus courantes dans la discipline que sont la cellule de référence Cu / $CuSO_4$, la cellule de référence Ag / AgCl et la cellule de référence Zinc.

4) La cellule Daniel

Dans la cellule de Daniel, des électrodes de cuivre et de zinc sont immergés dans une solution de sulfate de cuivre (II) et de sulfate de zinc, respectivement. A l'anode, le zinc est oxydé par la demi-réaction suivante: $Zn(s)$ $Zn^{2+}(aq) + 2e^-$. À la cathode, le cuivre est réduit par la réaction suivante: $Cu^{2+}(aq) + 2e^-$ $Cu(s)$.

Dans la cellule Daniel qui, en raison de sa simplicité, est souvent utilisée pour des démonstrations, des électrons qui sont "tirés" du zinc voyagent à travers le fil, fournissant un courant électrique qui illumine l'ampoule. Dans une telle cellule, les ions de sulfate jouent un rôle important. Ayant une charge négative, ces anions se mettent en place autour de l'anode pour maintenir une charge neutre.

Inversement, à la cathode les cations de cuivre (II) s'accumulent pour maintenir cette charge neutre. Ces deux procédés provoquent le cuivre solide à s'accumuler à la cathode et l'électrode de zinc à "dissoudre" dans la solution.

5) Les conducteurs de première et seconde espèce

En utilisant un simple circuit, il est possible, de montrer l'équivalence entre les électrolytes et les conducteurs communs, ainsi que le passage du courant électrique.

6) Introduction aux critères de protection cathodique

En utilisant la cellule électrolytique du banc, il est possible de reproduire l'application des critères de la NACE qui confirment la situation de protection cathodique d'une structure.

7) Introduction aux anodes sacrificiels en Zn, Mg, et Al

À l'aide de la cellule électrolytique du banc, il est possible de reproduire l'application de l'anode sacrificiel à une structure en acier et de voir en même temps la comparaison entre deux échantillons, l'un dans le régime de protection cathodique, l'autre dans le régime de corrosion libre.

8) Introduction au système de Protection Cathodique par Courant Imposé

À l'aide de la cellule électrolytique du banc, il est possible de reproduire l'application du courant imposé à une structure en acier et de voir en même temps la comparaison entre deux échantillons, l'un dans le régime de protection cathodique, obtenu par anodes sacrificiels, l'autre contrôlé avec le système par courant imposé.

9) L'anode à courant imposé consommable (Fe)

À l'aide de la cellule électrolytique du banc, il est possible de reproduire l'application du courant imposé à une structure en acier et de voir en même temps l'effet de la consommation de l'anode par son passage en solution.

10) L'anode inerte imposé (Fe-Si)

Pas tous les matériaux anodiques passent en solution, on peut le voir en utilisant l'anode Fe-Si.



11) Concept de résistance, circuit pour les conducteurs de première et deuxième espèces

À l'aide de la cellule électrolytique du banc, il est possible de reproduire le passage de courant dans le bain et dans cette façon de démontrer la validité de la loi d'Ohm dans le domaine de la protection cathodique.
La loi d'Ohm s'applique aux circuits électriques, il indique que le courant à travers un conducteur entre deux points est directement proportionnel à la différence de potentiel (chute de tension ou tension aux bornes des deux points) et inversement proportionnel à la résistance entre eux.
L'équation mathématique qui décrit cette relation est: $I = V/R$
Où I est le courant en ampères, V est la différence de potentiel en volts et R est un paramètre du circuit appelé résistance (mesurée en ohms, également équivalente à volts par ampère). La différence de potentiel est également connu que la chute de tension, et il est parfois notée U, E ou fem (force électromotrice) au lieu de V.

12) Introduction à la notion de résistance spécifique sur trois conducteurs différents de première espèce (Fe; Cu; Fe-Ni)

Pour conduire l'élève à la notion de résistivité, une expérience peut être exécutée en utilisant trois échantillons géométriquement identiques de différents matériaux afin d'identifier le concept de résistance spécifique qui "in fieri" est le concept de résistivité ou inversement de conductivité.

13) Introduction à la notion d'interférences dues à la présence de champs électriques externes sur les structures enterrées ou immergées (Stray Currents)

L'expérience reproduit l'effet d'un champ électrique externe sur une structure immergée avec formation de zones séparées anodiques et cathodiques sur la surface de l'échantillon. C'est l'introduction de la notion d'interférence en raison de la présence d'un champ électrique externe et interférant sur des structures enterrées ou immergées (Stray Currents).

14) Influence sur la résistivité de la présence d’air (insufflate air effect)

Cette expérience explique et montre la variation de la résistivité à l'augmentation de la présence d'air dissous dans l'électrolyte.

15) Introduction à la densité de courant et construction des courbes de Tafel

Le concept de densité de courant est, comme la différence de potentiel, le concept principal dans la discipline de la protection cathodique et cette expérience permet de comprendre que, avec ce concept, il est possible de prédire la quantité de courant nécessaire pour obtenir le régime de protection cathodique sur une surface connue d’une structure immergée dans l'électrolyte
En utilisant l'interface multi canal, il est possible d'enregistrer le changement des valeurs avec le temps, puis construire les courbes de polarisation.

16) Effet de la température sur la densité de courant (cellule thermostatique)

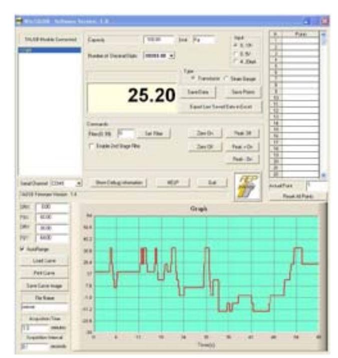
Cette expérience explique et démontre la variation de la densité de courant en fonction de la température et introduit le concept d'activité chimique.

17) Influence de la présence d'air sur la densité de courant (insufflate air effect)

Cette expérience explique et démontre la variation de la densité de courant en fonction de l’augmentation d’oxygène dissous.

18) Revêtement et densité de courant

L'utilisation d'échantillons revêtus permet de démontrer l'effet des revêtements sur les structures immergées ou enterrées et donne l'amplitude de l'effet en expliquant que la synergie entre la protection cathodique et le revêtement des surfaces à protéger réduit la densité de courant.



LIST OF MATERIALS

Le banc proposée peut être livré prêt à être utilisé et pourvu des matériaux ci-après énumérés.

- Banc avec roulettes avec une console électrique pour se connecter au réseau d'alimentation et étagères pour contenir le matériel ci-après énuméré. Fourni avec surface imperméable à l'eau.
- 3 jeux de lunettes de sécurité et gants.
- Voltmètre numérique.
- Interface PC pour la mesure et l'enregistrement de 5 différents canaux.
- Voltmètre numérique en console.
- 2 ampèremètres numériques en console.
- 2 cellules de référence Cu/$CuSO_4$.
- 2 cellules de référence Ag/AgCl.
- 2 cellules de référence Zn.
- 10 électrodes de cuivre, 30 x 140 mm., épaisseur 2 mm.
- 10 électrodes en acier au carbone (nu).
- 4 bassins transparents pour construire le bain de test électrolytique.
- Simple circuit avec une résistance à glissement et une lampe munie de bornes pour l'insertion dans le circuit électrique de la cellule électrolytique.
- 20 électrodes de Zinc 8 mm., longueur 140 mm.
- 20 électrodes de Magnésium 25 mm., longueur 140 mm,
- 20 électrodes de Aluminium 25 mm, longueur 140 mm,
- 4 alimentateurs CC (munis chacun de tension constante, courant constant, potentiel constant). Les instruments sont sur la console devant le banc.
- 4 anodes de Fe-Si (anode net 50mm x 140mm)
- Barre de Cu, 1mm., longueur 0.5 m.
- Barre de Fe, 1mm., longueur 0.5 m.
- Barre de Fe-Ni, 1mm., longueur 0.5 m.
- Cellule de résistivité du fluide.
- Résistance étanche avec dispositif thermostatique.
- Pompe à air avec pulvérisateur.
- 10 électrodes en acier au carbone (entièrement revêtus d'un composé époxy)
- 10 électrodes en acier au carbone (partiellement revêtus d'un composé époxy)
- 10 différents réactifs dans des bidons en plastique (0,25 kg / pièce) avec fiche technique comme exigé de la CE.
- Jeu de fusibles de rechange.
- Jeu de cordons de raccordement (20 pièces).
- Logiciel pour acquisition de données
- Manuel d'utilisation et des expériences.







SYSTEME POUR L'ETUDE DE LA PROTECTION CATHODIQUE



DL MK2

La protection cathodique est une technique de contrôle de la corrosion d'une surface métallique en la faisant fonctionner en tant que cathode d'une cellule électrochimique. Ceci est réalisé par mise en contact avec le métal à protéger d'un autre métal qui se corrode plus facilement à agir comme anode de la cellule électrochimique. Les systèmes de protection cathodique sont les plus couramment utilisés pour protéger pipelines pour le transport d'eau ou de carburant, réservoirs de stockage, piles jetée en acier, navires, plates-formes pétrolières offshore et on shore et tubages de puits.
L'étude théorique qui précède les expériences à entreprendre sur le banc est rapporté dans le manuel, élément essentiel du banc. Dans ce manuel, il est facile d'expliquer le contexte et d'ailleurs l'objectif de l'expérience.
Le banc offre des installations pour étudier le cas des systèmes isolés, ainsi que le cas de systèmes où les différents métaux sont couplés entre eux. Une attention particulière est accordée à la présence ou non de plusieurs types de matériaux isolants sur les surfaces des échantillons, afin de démontrer le comportement différent de la même matière revêtue ou nue.
Le banc offre des dispositifs appropriés pour mettre en évidence le concept de potentiel de corrosion libre, mesuré à l'aide d'électrodes de référence et des moyens aptes à construire avec une certaine précision les courbes de polarisation.
Techniques de protection sont représentées, comme des systèmes par anodes sacrificielles de plusieurs types de métaux ou comme systèmes de protection cathodique par courant imposé, avec la possibilité de voir quelle est l'explication de l'utilisation d'alimentateurs à tension constante, à courant constant et à potentiel constant.
Le banc est équipé d'installations de mesure caractérisées par une sensibilité et une précision appropriées, afin d'introduire ce qui doit être la base des tests de laboratoire à exécuter, à reconnaître ce qui est la manière correcte afin de déterminer le comportement d'un métal en contact avec l'électrolyte dans différentes conditions de température (bain thermostatique) et avec concentration élevée en oxygène (pompe pour insufflations d'air).
Une interface multi-canal appropriée peut connecter le banc à un PC afin d'enregistrer les résultats de l'expérimentation et de donner la trace pour autres études.



LISTE D'EXPERIENCES

La liste suivante présente les expériences proposées et correspond à la structure du manuel. Le manuel est un document adressé à l'enseignant afin de préparer la leçon et signale la bibliographie et des liens pour d'autres investigations sur l'argument.

1) L'utilisation du voltmètre

L'instrument le plus important dans le domaine de la protection cathodique est le voltmètre; généralement, le type numérique est le plus commun. En raison de la grande impédance, il permet de mesurer des tensions (les potentiels) dues à des sources avec impédance interne très élevée.

Les mesures suivent l'introduction aux mesures électriques et à la loi d'Ohm qui régule le passage du courant dans le premier ainsi que dans le deuxième type de conducteurs (métaux et électrolytes).

2) La mesure de la différence de potentiel d'un échantillon dans un électrolyte

Cette expérience introduit le sujet de la protection cathodique. L'objectif de la discipline consiste à modifier le potentiel (par rapport à la cellule de référence) de la structure à protéger par le ralentissement de la tendance naturelle du métal à passer en solution.

Cette expérience met l'accent sur l'approche électrochimique des phénomènes de corrosion.

3) La cellule de référence

Cette expérience met en relation l'utilisation pratique des trois types de cellules de référence les plus courantes dans la discipline que sont la cellule de référence Cu / $CuSO_4$, la cellule de référence Ag / AgCl et la cellule de référence Zinc.

4) La cellule Daniel

Dans la cellule de Daniel, des électrodes de cuivre et de zinc sont immergés dans une solution de sulfate de cuivre (II) et de sulfate de zinc, respectivement. A l'anode, le zinc est oxydé par la demi réaction suivante: $Zn(s)$ $Zn^{2+}(aq) + 2e^-$. A la cathode, le cuivre est réduit par la réaction suivante: $Cu^{2+}(aq) + 2e^-$ $Cu(s)$.

Dans la cellule Daniel qui, en raison de sa simplicité, est souvent utilisée pour des démonstrations, des électrons qui sont "tirés" du zinc voyagent à travers le fil, fournissant un courant électrique qui illumine l'ampoule. Dans une telle cellule, les ions de sulfate jouent un rôle important. Ayant une charge négative, ces anions se mettent en place autour de l'anode pour maintenir une charge neutre.

Inversement, à la cathode les cations de cuivre (II) s'accumulent pour maintenir cette charge neutre. Ces deux procédés provoquent le cuivre solide à s'accumuler à la cathode et l'électrode de zinc à "dissoudre" dans la solution.

5) Les conducteurs de première et seconde espèce

En utilisant un simple circuit, il est possible, de montrer l'équivalence entre les électrolytes et les conducteurs communs, ainsi que le passage du courant électrique.

6) Introduction aux critères de protection cathodique

En utilisant la cellule électrolytique du banc, il est possible de reproduire l'application des critères de la NACE qui confirment la situation de protection cathodique d'une structure.

7) Introduction aux anodes sacrificiels en Zn, Mg, et Al

À l'aide de la cellule électrolytique du banc, il est possible de reproduire l'application de l'anode sacrificiel à une structure en acier et de voir en même temps la comparaison entre deux échantillons, l'un dans le régime de protection cathodique, l'autre dans le régime de corrosion libre.

8)) Introduction au système de Protection Cathodique par Courant Imposé

À l'aide de la cellule électrolytique du banc, il est possible de reproduire l'application du courant imposé à une structure en acier et de voir en même temps la comparaison entre deux échantillons, l'un dans le régime de protection cathodique, obtenu par anodes sacrificiels, l'autre contrôlé avec le système par courant imposé.

9) L'anode à courant imposé consommable (Fe)

À l'aide de la cellule électrolytique du banc, il est possible de reproduire l'application du courant imposé à une structure en acier et de voir en même temps l'effet de la consommation de l'anode par son passage en solution.

10) L'anode inerte imposé (Fe-Si)

Pas tous les matériaux anodiques passent en solution, on peut le voir en utilisant l'anode Fe-Si.

11) Concept de résistance, circuit pour les conducteurs de première et deuxième espèces

À l'aide de la cellule électrolytique du banc, il est possible de reproduire le passage de courant dans le bain et dans cette façon de démontrer la validité de la loi d'Ohm dans le domaine de la protection cathodique.

La loi d'Ohm s'applique aux circuits électriques, il indique que le courant à travers un conducteur entre deux points est directement proportionnel à la différence de potentiel (chute de tension ou tension aux bornes des deux points) et inversement proportionnel à la résistance entre eux.

L'équation mathématique qui décrit cette relation est: $I = V/R$

Où I est le courant en ampères, V est la différence de potentiel en volts et R est un paramètre du circuit appelé résistance (mesurée en ohms, également équivalente à volts par ampère). La différence de potentiel est également connu que la chute de tension, et il est parfois notée U, E ou fem (force électromotrice) au lieu de V.

12) Introduction à la notion de résistance spécifique sur trois conducteurs différents de première espèce (Fe; Cu; Fe-Ni)

Pour conduire l'élève à la notion de résistivité, une expérience peut être exécutée en utilisant trois échantillons géométriquement identiques de différents matériaux afin d'identifier le concept de résistance spécifique qui "in fieri" est le concept de résistivité ou inversement de conductivité.

13) Introduction à la notion d'interférences dues à la présence de champs électriques externes sur les structures enterrées ou immergées (Stray Currents)

L'expérience reproduit l'effet d'un champ électrique externe sur une structure immergée avec formation de zones séparées anodiques et cathodiques sur la surface de l'échantillon. C'est l'introduction de la notion d'interférence en raison de la présence d'un champ électrique externe et interférant sur des structures enterrées ou immergées (Stray Currents).

14) Influence sur la résistivité de la présence d'air (insufflate air effect)

Cette expérience explique et montre la variation de la résistivité à l'augmentation de la présence d'air dissous dans l'électrolyte.

15) Introduction à la densité de courant et construction des courbes de Tafel

Le concept de densité de courant est, comme la différence de potentiel, le concept principal dans la discipline de la protection cathodique et cette expérience permet de comprendre que, avec ce concept, il est possible de prédire la quantité de courant nécessaire pour obtenir le régime de protection cathodique sur une surface connue d'une structure immergée dans l'électrolyte

En utilisant l'interface multi canal, il est possible d'enregistrer le changement des valeurs avec le temps, puis construire les courbes de polarisation.

16) Effet de la température sur la densité de courant (cellule thermostatique)

Cette expérience explique et démontre la variation de la densité de courant en fonction de la température et introduit le concept d'activité chimique.

17) Influence de la présence d'air sur la densité de courant (insufflate air effect)

Cette expérience explique et démontre la variation de la densité de courant en fonction de l'augmentation d'oxygène dissous.

18) Revêtement et densité de courant

L'utilisation d'échantillons revêtus permet de démontrer l'effet des revêtements sur les structures immergées ou enterrées et donne l'amplitude de l'effet en expliquant que la synergie entre la protection cathodique et le revêtement des surfaces à protéger réduit la densité de courant.



LISTE DES MATERIAUX

Le banc proposée peut être livré prêt à être utilisé et pourvu des matériaux ci-après énumérés : banc avec roulettes avec une console électrique pour se connecter au réseau d'alimentation et étagères pour contenir le matériel ci-après énuméré et fourni avec surface imperméable à l'eau, jeu de lunettes de sécurité et gants, voltmètre numérique, interface PC pour la mesure et l'enregistrement de données, voltmètre numérique en console, ampèremètre numérique en console, cellule de référence Cu/$CuSO_4$, cellule de référence Ag/AgCl, cellule de référence Zn, électrode de cuivre, électrode en acier au carbone (nu), bassin transparent pour construire le bain de test électrolytique, simple circuit avec une résistance à glissement et une lampe munie de bornes pour l'insertion dans le circuit électrique de la cellule électrolytique, électrode de Zinc, électrode de Magnésium, électrode de Aluminium, alimentateur CC (munis de tension constante, courant constant, potentiel constant), anode de Fe-Si, barre de Cu, barre de Fe, barre de Fe-Ni, cellule de résistivité du fluide, résistance étanche avec dispositif thermostatique, pompe à air avec pulvérisateur, électrode en acier au carbone (entièrement revêtu d'un composé époxy), électrode en acier au carbone (partiellement revêtu d'un composé époxy), différents réactifs dans des bidons en plastique avec fiche technique, jeu de fusibles de rechange, jeu de cordons de raccordement, logiciel, manuel d’utilisation et des expériences.

NOTE:

La version DL MK2 du banc pour l’étude de la protection cathodique diffère de la version DL MK1 sur la possibilité d'effectuer simultanément la même expérience avec différentes valeurs des paramètres. Dans la version DL MK2, les expériences peuvent être réalisées en mode séquentiel, qui est, si vous voulez changer la valeur d'un paramètre spécifique, vous pouvez le faire après avoir effectué la même expérience avec la valeur précédente. Vous devez ensuite inscrire les résultats sur votre ordinateur portable, puis de comparer les différents résultats. Avec la version DL MK1 vous pouvez effectuer la même expérience avec deux configurations de paramètres différents en même temps.

